



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Off nlegungsschrift**
⑩ **DE 41 32 232 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
G 01 P 15/125
G 01 P 3/44
G 01 C 9/00

②1 Aktenzeichen: P 41 32 232.0
②2 Anmeldetag: 27. 9. 91
④3 Offenlegungstag: 1. 4. 93

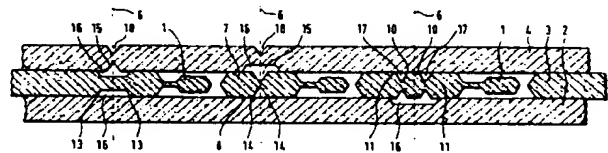
DE 41 32 232 A 1

⑦1 Anmelder:
R bert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Marek, Jiri, Dipl.-Ing. Dr.; Willmann, Martin,
Dipl.-Ing. Dr., 7410 Reutlingen, DE; Findler,
Guenther, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE; Baumann,
Helmut, Dipl.-Phys. Dr., 7413 Gomaringen, DE;
Offenberg, Michael, Dipl.-Ing. Dr., 7400 Tübingen,
DE

⑤4 Verfahren zur Herstellung kapazitiver Sensoren und kapazitiver Sensor

⑤7: Es wird ein Verfahren zur Herstellung kapazitiver Sensoren vorgeschlagen, das insbesondere zur parallelen Herstellung von kapazitiven Sensoren mit exakt definierter Streukapazität dient. Dazu werden entlang oder parallel zu den Zerteilungslinien (6) Gräben (15, 16, 17) eingebracht, so daß sich Justierfehler der Lage des Schnittes beim Vereinzeln der Sensoren und Schwankung der Schnittbreite nicht auf die Streukapazität auswirken.



DE 41 32 232 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Herstellung von kapazitiven Sensoren, nach der Gattung des Hauptanspruches und einem Sensor nach der Gattung des Anspruches 11.

Aus der EP 03 69 352 sind schon Verfahren zur Herstellung von kapazitiven Beschleunigungssensoren bekannt. Dabei wird eine mittlere Platte, die aus einkristallinem Silizium besteht, mit einer Ober- und einer Unterplatte verbunden. Die Sensoren werden vereinzelt, indem die drei verbundenen Platten mit einem Laserstrahl oder einer Säge zerteilt werden. Durch Ungenauigkeiten beim Zerteilen sind die Sensoren, insbesondere bei der Massenherstellung nicht gleich, sondern haben Streukapazitäten mit variierenden Größen, die die Meßsignale verfälschen oder verändern.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruches hat demgegenüber den Vorteil, daß die Streukapazität, die parallel zur Meßkapazität geschaltet ist, exakt definiert ist. Als weiterer Vorteil ist anzusehen, daß die Anforderungen an die Justierung und Genauigkeit der Schnitte beim Zerteilen verringert werden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich. Besonders vorteilhaft werden dabei die Gräben auf nur einer oder beiden Seiten des Wafers oder der Platten eingebracht, da so die ohnehin für die Bearbeitung des Wafers oder der Platten notwendigen Prozesse für die Herstellung der Gräben genutzt werden. Vorteilhaft bestehen Wafer und zwei weitere Platten aus einkristallinem Silizium und werden durch Silizium-Direkt-Bonden oder, mittels Hilfsschichten, durch anodisches Bonden, Kleben, Schweißen oder Löten verbunden, da die für die Bearbeitung und Verbindung von Silizium benötigten Prozesse gut bekannt sind. Durch die parallele Herstellung einer Vielzahl von Sensoren durch einen Wafer-Platten-Verbund werden die Herstellungskosten für die Sensoren verringert. Das Vereinzeln der Sensoren durch Sägen ist besonders kostengünstig und einfach, da das Sägen aus der Halbleitertechnik sehr gut bekannt ist. Beim Vereinzeln mit einem Laserstrahl werden die Sensoren nur minimal verschmutzt. Durch die Verwendung von Maskierungs- und Ätzprozessen lassen sich Gräben mit hoher Präzision erzeugen. V-förmige Gräben sind besonders einfach herzustellen, da ihr Querschnitt in 100-Silizium kaum durch Überätzung beeinflusst wird. Bei der Verwendung von Gräben mit wannenförmigem Querschnitt sind besonders große Toleranzen sowohl der Schnittbreite wie auch der Justierung des Schnittes zulässig.

Durch Doppelgräben kann der Querschnitt der Gräben unabhängig von der Breite des Schnittes gewählt werden und die Bruchgefahr beim Sägen wird verringert.

Der erfindungsgemäße Sensor weist eine gut definierte Größe der Verbindungsfläche zwischen Wafer und Platten auf, die unabhängig von Justierfehlern beim Zerteilen oder von Schwankungen der Schnittbreite ist. Die Streukapazität der Sensoren ist somit exakt defi-

niert und kann bei der Auswertung des Sensorsignals berücksichtigt werden.

Der erfindungsgemäße Sensor weist somit eine bekannte und gut reproduzierbare Streukapazität auf.

Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 drei Sensoren vor dem Vereinzeln und Fig. 2 und Fig. 3 jeweils einen Sensor nach der Erfindung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Fig. 1 ist mit 3 ein einkristalliner Wafer bezeichnet, aus dem bewegliche Sensorteile 1 herausstrukturiert sind. Der Wafer 3 ist mit leitfähigen Platten 2 und 4 verbunden, die gegen den Wafer 3 isoliert sind. Als Materialien für den kristallinen Wafer 3 kommen Silizium, Galliumarsenid und Quarz in Frage. Die Platten 2, 4 bestehen z. B. aus Silizium, Galliumarsenid, Quarz oder Glas. Die Verarbeitung des Wafers 3 erfolgt zweckmäßigerweise durch Maskierungs- und Ätztechniken. Besonders vorteilhaft werden dabei anisotrope Ätztechniken, wie sie für einkristalline Materialien bekannt sind, verwendet. Die Platten 2 und 4 werden ebenfalls durch Maskierungs- und Ätztechniken bearbeitet. Die Leitfähigkeit des Wafers 3 oder der Platten 2, 4 kann auch durch aufgetragene dünne, leitfähige Schichten erreicht werden. Die Verbindung des Wafers 3 mit den Platten 2 und 4 erfolgt durch Silizium-Direkt-Bonden, anodisches Bonden, Kleben, Schweißen oder Löten. Durch die Verbindung des Wafers 3 mit den Platten 2 und/oder 4 werden eine Vielzahl von Sensoren parallel hergestellt. In der Fig. 1 sind exemplarisch 3 Sensoren gezeigt. Um zu einzelnen Sensoren zu gelangen werden die Platten 2 und 4 und der Wafer 3 durch Schnitte entlang der Zerteilungslinien 6 zerteilt. Diese Schnitte erfolgen durch Sägen oder Materialabtrag mit einem Laserstrahl. Auf oder neben den Zerteilungslinien 6 sind Gräben 15, 17, 18 vorgesehen. Dabei können verschiedene Querschnitte wie beispielsweise V-förmig 15, wannenförmig 16 oder Doppelgräben 17 hier als Doppel-V-Gräben verwendet werden.

Das Signal der Sensoren wird durch Messung einer Kapazitätsänderung des beweglichen Sensorteils 1 bezüglich der Platten 2, 4 gewonnen. Parallel zur Sensorkapazität ist eine Streukapazität vorhanden. Der Wert dieser Streukapazität wird im wesentlichen durch die Größe der Verbindungsfläche zwischen dem Wafer 3 und den Platten 2 und 4 verursacht. Ohne die eingebrachten Gräben 15, 16, 17 würde die Größe dieser Kontaktfläche von Sensor zu Sensor, aufgrund der Justierungsgenauigkeit der Schnitte und aufgrund der Variation der Schnittbreite beim Zerteilen, erheblich variieren. Durch die Gräben wird somit eine exakte Definition der Streukapazität erreicht.

Die V-förmigen Gräben 15 sind beispielsweise in Silizium besonders einfach herzustellen. Die wannenförmigen Gräben 16 sind auch für breitere Schnitte und bei größerer Justierungsgenauigkeit beim Zerteilen einsetzbar. Für breite Schnitte bei relativ geringen Justierungsgenauigkeiten sind Doppelgrabenstrukturen, beispielsweise doppelte V-förmige Gräben 17 einsetzbar. Die Doppelgrabenstrukturen sind auch vorteilhaft um die Zerteilung durch Sägen zu vereinfachen, da sie die beim Sägen auftretenden Kräfte besser tolerieren und so die

Bruchgefahr geringer ist. Dies gilt auch für parallele, wannenförmige Gräben. Die Gräben können dabei sowohl im Wafer 3 wie auch auf der dem Wafer zugewandten Seite der Platten 2 und/oder 4 eingebracht werden. Die ebenfalls in der Fig. 1 gezeigten Gräben 18 auf der nach außen gewandten Seite der Platten (2, 4) dienen nur einer Kontrolle der Justierung beim Zerteilen und haben keinen Einfluß auf die Definition der Streukapazität.

Fig. 2 zeigt einen Sensor mit einem beweglichen Sensorteil 1, der aus einem Wafer 3 herausstrukturiert wurde und mit zwei Platten 2 und 4 versehen ist. In den Randbereichen sind Ausnehmungen 25, 26 zu sehen. Diese Ausnehmungen 25, 26 entstanden durch Zerteilen eines V-förmigen Grabens. In der Fig. 2 ist die Ausnehmung 25 etwas kleiner als die Ausnehmung 26. Dieser Unterschied ist auf eine Justierungsgenauigkeit beim Vereinzeln des Sensors zurückzuführen, er hat jedoch keinen Einfluß auf den Wert der Streukapazität. Die hier gezeigten Ausnehmungen können auch durch das Zerschneiden eines Doppel-V-Grabens entstehen.

In Fig. 3 wird ein Sensor mit einem beweglichen Sensorteil 1 gezeigt, der aus einem Wafer 3 herausstrukturiert wurde und mit Platten 2 und 4 versehen ist. In den Randbereichen ist der Sensor mit Ausnehmungen 21 und 22 versehen. Auch in dieser Figur ist die Justierungsgenauigkeit beim Vereinzeln der Sensoren durch die unterschiedliche Größe der Ausnehmungen 21 und 22 dargestellt. Die Ausnehmungen 21 und 22 entstanden durch Zerteilen eines wannenförmigen Grabens.

Durch die Ausnehmungen 21, 22, 25, 26 wird erreicht, daß unabhängig von der Schnittgenauigkeit und/oder Schnittbreite die Verbindungsfläche zwischen dem Wafer 3 und der Platten 2, 4 immer gleich bleibt. Da die Streukapazität, die der Nutzkapazität überlagert ist, im wesentlichen durch die Verbindungsfläche bestimmt ist, ist durch die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens die störende Streukapazität auch bei einer Massenfertigung der Sensoren immer gleich, so daß Fertigungsstreuungen stark verringert sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von kapazitiven Sensoren, insbesondere für Beschleunigung, Neigung oder Drehrate, bei dem Sensoren aus einem mindestens oberflächlich leitfähigen einkristallinen Wafer (3) hergestellt werden, der mit mindestens einer mindestens oberflächlich leitfähigen Platte (2, 4) verbunden wird, wobei Wafer (3) und Platte (2, 4) gegeneinander isoliert sind, und der Verbund von Wafer (3) und Platte (2, 4) entlang von Zerteilungslinien (6) zerteilt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest teilweise in den Wafer (3) und/oder die Platte (2, 4) Gräben (15, 16, 17) eingebracht werden, die auf oder parallel zu Zerteilungslinien (6) liegen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gräben (15, 16, 17) auf der Unterseite (8) und/oder der Oberseite (7) des Wafers (3) oder der dem Wafer (3) zugewandten Seite der Platte (2, 4) eingebracht werden.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wafer (3) und die zwei Platten (2, 4) aus einkristallinem Silizium sind, daß der Wafer (3) zwischen den beiden Platten (2, 4) liegt und daß die Verbindung zwischen den Platten (2, 4) und dem Wafer (3) durch

Silizium-Direkt-Bonden, anodisches Bonden, Kleben, Schweißen oder Löten erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vielzahl von Sensoren parallel hergestellt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Zerteilen durch Sägen erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Zerteilen mit einem Laserstrahl erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gräben (15, 16, 17) durch Maskierungs- und Ätzprozesse erzeugt werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gräben (15) ein V-förmiges Profil haben und der Abstand der Kanten (14) größer ist als die Summe von maximaler Schnittbreite und Justierungsgenauigkeit bei der Zerteilung.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gräben (16) einen wannenförmigen Querschnitt haben und der Abstand der Kanten (13) größer ist als die Summe von maximaler Schnittbreite und Justierungsgenauigkeit bei der Zerteilung.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zerteilungslinien (6) zwischen zwei parallelen Gräben (17) liegen, daß der Abstand zwischen den Innenkanten (10) der Gräben kleiner ist als die minimale Schnittbreite, und daß die Weite der Außenkanten (11) der Gräben größer ist als die Summe der maximalen Schnittbreite und der Justierungsgenauigkeit bei der Zerteilung.

11. Kapazitiver Sensor, insbesondere für Beschleunigung, Neigung oder Drehrate, der durch Bearbeitung mindestens eines mindestens oberflächlich leitfähigen einkristallinen Wafers (3) hergestellt ist, bei dem mindestens eine weitere mindestens oberflächlich leitfähige Platte (2, 4) mit dem Wafer (3) verbunden ist, die gegen den Wafer (3) isoliert ist, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest teilweise die Randbereiche des Wafers (3) und/oder der Platte (2, 4) Ausnehmungen (21, 22, 25, 26) aufweist.

12. Sensor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung (21, 22) die Form eines zerteilten wannenförmigen Grabens (16) hat.

13. Sensor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung (25, 26) die Form eines zerteilten V-förmigen Grabens (15) hat.

14. Sensor nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Wafer (3) zwischen zwei Platten (2, 4) liegt, daß der Wafer (3) und die leitfähigen Platten (2, 4) aus einkristallinem Silizium bestehen, gegeneinander isoliert sind, und durch anodisches Bonden, Silizium-Direkt-Bonden, Kleben, Schweißen oder Löten verbunden sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

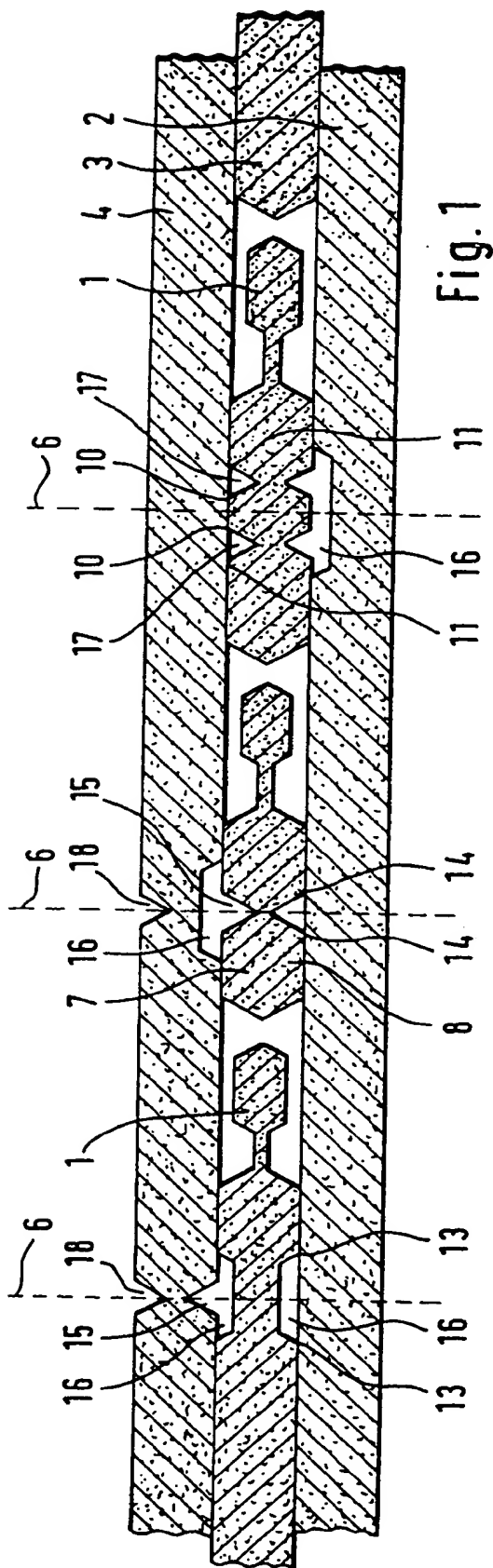


Fig. 1

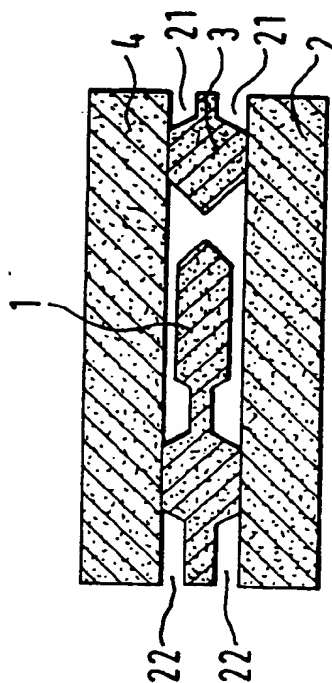


Fig. 3

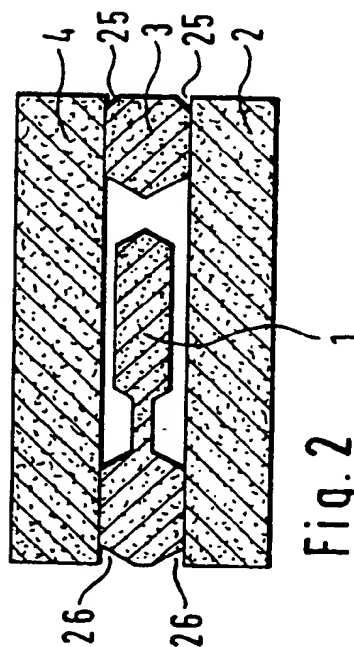


Fig. 2